

0-799052

И Неволин

На правах рукописи

Неволин Иван Викторович

**ОПТИМИЗАЦИЯ СТАВОК РОЯЛТИ В ЛИЦЕНЗИОННЫХ ДОГОВОРАХ
НА ОСНОВЕ РАСПРЕДЕЛЕННЫХ ВЫЧИСЛЕНИЙ И
СЕТЕВЫХ ТЕХНОЛОГИЙ**

**Специальность 08.00.13 –
Математические и инструментальные методы экономики**

АВТОРЕФЕРАТ
диссертации на соискание ученой степени
кандидата экономических наук

Москва – 2012 г.

Работа выполнена в Федеральном государственном бюджетном учреждении науки
Центральном экономико-математическом институте Российской академии наук

Научный руководитель: д.э.н. Козырев Анатолий Николаевич, Федеральное
государственное бюджетное учреждение науки
Центральный экономико-математический институт
Российской академии наук

Официальные оппоненты: д.э.н., проф. Лившиц Вениамин Наумович, Федеральное
государственное бюджетное учреждение науки Институт
системного анализа Российской академии наук
к.ф.-м.н. Бусыгин Владимир Петрович, Федеральное
государственное автономное образовательное учреждение
высшего профессионального образования «Национальный
исследовательский университет «Высшая школа
экономики»

Ведущая организация: Федеральное государственное бюджетное учреждение
науки Институт проблем рынка Российской академии наук

Защита состоится « 12 » ноября 2012 года в 15⁰⁰ на заседании Диссертационного совета
Д 002.013.01 при Федеральном государственном бюджетном учреждении науки Центральном
экономико-математическом институте Российской академии наук по адресу: 117418, г.
Москва, Нахимовский проспект, д. 47, ауд. 520.

С диссертацией можно ознакомиться в библиотеке ЦЭМИ РАН.

Автореферат разослан « 10 » октября 2012 года.

Ученый секретарь
Диссертационного совета Д 002.013.01,
кандидат экономических наук

НАУЧНАЯ БИБЛИОТЕКА ЦЭМИ РАН



0000809754

 А.И. Ставчиков

I. ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОТЫ

Актуальность темы исследования определяется растущей потребностью новой экономики в создании более совершенной, основанной на математических методах и сетевых технологиях инфраструктуры рынка технологий, цифровых продуктов и других нематериальных благ. В том числе есть очевидная потребность в инструментальных средствах для информационной поддержки переговоров при совершении сделок по передаче технологий и, прежде всего, при заключении лицензионных договоров. По мере распространения сетевых технологий и перехода от традиционной экономики к экономике знаний потребность в них будет лишь возрастать.

Ставки роялти в лицензионных договорах играют такую же роль, какую играют цены на рынках обычных продуктов или ставки процентов на рынках денег. При этом лицензионный договор был и остается основным или, как минимум, одним из основных инструментов передачи технологий и основным видом сделок на рынке интеллектуальной собственности. Более того, сфера применения лицензионных договоров и их разнообразие расширяться.

Как и обычные цены, ставки роялти в основном формируются рынком. Вместе с тем, специфика рынка лицензий – рынка интеллектуальной собственности – такова, что практически каждая сделка оригинальна в силу оригинальности предмета сделки, а цена сделки не сводится к сумме денег. Схема лицензионных платежей в обычном лицензионном договоре (патентная лицензия) или в договоре о передаче ноу-хау (беспатентная лицензия) достаточно сложна. Обычно она включает в себя начальный (паушальный платеж) в виде фиксированной суммы и последующие регулярные выплаты в виде роялти, исчисляемые как процент от выручки, причем ставка роялти может меняться от периода к периоду. В этом проявляется гибкость схемы платежей, позволяющая сбалансировать интересы сторон и риски. Вместе с тем, она оставляет большие возможности для оптимизации сделки по Парето, т.е. с улучшением условий для обеих сторон. Эти возможности в основном связаны с тем, что стороны по-разному, вообще говоря, оценивают будущее, в том числе изменение стоимости денег во времени, спрос и риски.

Сложность задачи оптимизации состоит в том, что в ней участвуют две стороны с противоположными (во многом) интересами, скрывающие друг от друга информацию о своих ограничениях и возможностях. При наличии многих степеней свободы им трудно

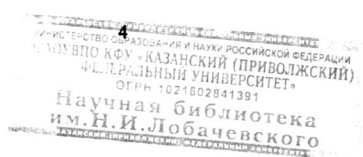
договорится. Выход они находят в ограничении степеней свободы, используя фиксированную ставку роялти и снижая тем самым возможности для оптимизации сделки.

Альтернатива снижению степеней свободы – применение более совершенных инструментов, позволяющих изменять ставки роялти и оптимизировать сделку в смысле Парето при сохранении сторонами в тайне большей части информации о своих возможностях и ограничениях. Разработка таких инструментов на основе математического программирования, распределенных вычислений и сетевых технологий – тема настоящего исследования.

Проработанность темы исследования на данный момент далека от потребностей современной экономики знаний, хотя отдельные ее аспекты исследовались достаточно глубоко. В частности, глубоко разработана тема распределенных вычислений применительно к задачам оптимизации, включая задачи с блочной структурой. Однако, как показал Артемьев И.Е., она обычно связывалась с большим объемом вычислений, а не с сознательным ограничением обмена информацией между сторонами (блоками), как это имеет место при заключении лицензионных договоров. А это означает совсем другие требования к алгоритмам вычислений. Также в последнее время изучается возможность предоставления услуг на основе облачных вычислений. Первая в России диссертация на эту тему защищена Макаровым С.В. в 2011 г. Тему даже называют модной, но пока речь идет лишь о коммуникационных услугах и аутсорсинге.

Определению и обоснованию ставок роялти также посвящена обширная литература, причем вопрос о ставках роялти рассматривается как в контексте оценки интеллектуальной собственности, например, Азгальдовым Г.Г., Карповой Н.Н., Козыревым А.Н. и Макаровым В.Л., так и в контексте лицензионной торговли, что можно видеть в работах Волюнец-Руссета Э.Я. и Мухопода В.И., прежде всего, с ориентацией на практические применения, но при этом речь не идет о распределенных или облачных вычислениях. Значимость этой литературы состоит в том, что в ней обобщен практический опыт определения экономических параметров лицензионных договоров, в том числе ставок роялти, выведены эмпирические правила и выявлены основные значимые факторы.

Теоретические исследования с близкой проблематикой включают построение моделей передачи технологий между различными агентами и в различных условиях. Определенное внимание уделяется вопросам составления оптимального контракта и схематичному



описанию процесса. Также строятся модели оптимизации параметров, и проводятся эконометрические исследования сделок по передаче технологий. Анализу подвержено влияние различных факторов на оптимальные параметры лицензионного соглашения. Это не только вид и структура платежей, но и распределение прав между сторонами. Среди факторов моделей рассматриваются количество игроков на рынке, этичность поведения агентов, симметричность информации и т.п.

Наконец, существует серия работ по автоматизации переговоров или снижению транзакционных издержек при переговорах. Известны не только протоколы переговоров – жёстко фиксированные правила, но и компьютерные программы, которым доверяется даже заключение сделок в автоматическом режиме. В том числе авторы, например, Брегеда М.В., публикуют работы с применением линейного программирования как инструмента поддержки переговоров.

Цель исследования – разработка инструментальных средств на основе математического программирования и сетевых технологий для обеспечения технической поддержки переговорного процесса (или его автоматизации) и оптимизации ставок роялти при заключении лицензионных договоров.

Задачи исследования:

1. Построение математических моделей поведения сторон по договору – лицензиара и лицензиата, связанных между собой через роялти.
2. Выявление принципиальных возможностей для оптимизации лицензионного договора по Парето;
3. Разработка вычислительного алгоритма, который сохраняет раскрываемую агентом частную информацию в тайне от противоположной стороны сделки, обеспечивающего в целом достижение оптимума Парето.
4. Исследование сходимости алгоритма к оптимуму Парето;
5. Построение вычислительной схемы, гарантирующей отсутствие заикливания алгоритма и реализуемой в Excel;
6. Реализация алгоритма в виде интерактивного сервиса для двух участников с основной программой на сервере и доступом сторон по договору через Интернет;
7. Реализация алгоритма в виде интерактивного сервиса для одного участника (лицензиата), когда вторая сторона (лицензиар) представлена роботом.

Объект исследования – лицензионный договор как основной инструмент передачи технологий, схема платежей и эмпирические правила расчета экономических параметров, используемые в лицензионных договорах.

Предмет исследования – математические модели переговоров при заключении лицензионных договоров и методы оптимизации ставок роялти в таких договорах, допускающие сетевую реализацию.

Методология исследования основана на применении идей и методов математического программирования, выпуклого анализа и теории игр в сочетании с экономическим анализом эмпирических правил и общих принципов лицензионной торговли, полученных из обобщения практического опыта.

Действия сторон по лицензионному договору рассматриваются как рациональные, что дает основания моделировать их с помощью экстремальных задач, а оптимизацию сделки в целом – как последовательное улучшение положения каждой из сторон с выходом в конце на границу Парето. Такое понимание задачи оптимизации лицензионного договора при некоторых дополнительных ограничениях позволяет с помощью замены переменных свести задачу оптимизации ставок роялти к известной задаче оптимального распределения ограниченных ресурсов. Решению этой задачи посвящена обширная литература с использованием различной математической техники и приложениями к разным сферам экономики, начиная с основополагающей монографии Л.В. Канторовича. Среди наиболее цитируемых авторов в данной тематике следует упомянуть Первозванского А.А. и Первозванскую Т.Н. Сочетание элементов оптимизации и имитации используют Макаров В.Л. и Маршак В.Д. Схема, близкая к используемой в данной работе схеме, впервые описана Козыревым А.Н., также применительна к задаче распределения ресурсов. Из зарубежных работ идейно близки в смысле применяемой техники публикации Х. Эхтано с соавторами.

Тем не менее, вся эта техника не может быть применена непосредственно к задаче оптимизации лицензионных договоров в целом и ставок роялти в частности. Лицензионная торговля имеет свою ярко выраженную специфику, в том числе это весьма специфическую и сложную систему платежей. Ей соответствует процедура ведения переговоров, в рамках которой определяются экономические параметры договора, прежде всего, ставки роялти.

Поскольку торговля лицензиями существует достаточно продолжительное время, выработаны эмпирические правила и методики расчёта ставок роялти. Их необходимо

изучать и учитывать в математических построениях, чтобы избежать чрезмерных упрощений и утраты связи с действительностью. Переговоры – игровая ситуация, поэтому в работе также исследуется применение теории игр к определению оптимальной цены. Один лишь параметр – ставка роялти – влияет на ожидания и поведение каждой из сторон переговоров. Поэтому необходимо исследовать связи между экономическими параметрами, чтобы установить, что влияет на размер ставки роялти.

Информационная база исследования - научная и научно-практическая литература на русском, английском и немецком языке, интернет, предложения о продаже открытых лицензий, публикуемые на условиях оферты.

Научная новизна работы заключается в получении новых результатов с применением новых методов. Впервые для уточнения (оптимизации) ставок роялти в лицензионном договоре используется разнообразный и мощный математический аппарат, включая линейное и квадратичное программирование, выпуклый анализ и теория игр, а также сетевые технологии. Такой аппарат является более прогрессивным по сравнению с тем, который используется сегодня для оптимизации ставок роялти, и позволяет построить инструмент, обеспечивающий сохранность частной информации агентов. При этом достигаются равновесные по Парето условия сделки и появляется возможность для автоматизации процесса заключения лицензионных договоров. Благодаря применению такого аппарата:

- построен алгоритм, допускающий параллельные вычисления и улучшающий условия сделки в направлении Парето-оптимальной точки;
- сформулированы достаточно общие условия, в рамках которых доказана сходимость алгоритма к оптимуму Парето;
- построена вычислительная схема для MS Excel, исключающая закливание алгоритма при прохождении точек вырождения (неполный базис в задаче линейного программирования и т.д.);
- реализована на языке C++ сетевая версия интерактивной вычислительной схемы для двух участников (лицензиара и лицензиата);
- реализована аналогичная сетевая версия для одного участника (лицензиата), встраиваемая в университетскую модель торговли лицензиями, когда функции лицензиара выполняет робот.

Личный вклад автора:

- выполнен перенос методов решения задач распределения ресурсов на задачу оптимизации ставок роялти;
- построен алгоритм оптимизации ставок роялти, допускающий параллельные вычисления;
- алгоритм реализован при помощи различных программных средств, что показывает гибкость его реализации;
- продемонстрированы возможности алгоритма для решения прикладных задач передачи прав интеллектуальной собственности;
- предложена новая модель взаимодействия лицензиата и лицензиара на стадии переговорного процесса.

Теоретическая и практическая значимость работы. Теоретическая значимость работы состоит в том, что создан удобный инструмент для исследования поведения сторон в лицензионном договоре. Меняя модель поведения лицензиата и/или лицензиара, можно сопоставлять результаты с реальным поведением сторон в переговорах. Также исследованы возможности применения задачи о распределении ресурсов в проблеме определения вознаграждения за использование интеллектуальной собственности. Предложена общая схема улучшения ставки роялти, которая может адаптироваться к условиям конкретной задачи путём выбора соответствующего функционала.

Практическая значимость работы определяется тем, что созданные интерактивные сервисы встраиваются в корпоративные и социальные сети изобретательства, рационализации, инноваций – КСИРИН и ССИРИН, соответственно. Предложен механизм улучшения экономических параметров лицензионного договора, который стимулирует стороны сообщать истинные ожидания, связанные с проектом. При этом в качестве входных данных используются достаточно простые сведения, а не вероятностные распределения и сценарии развития проекта. Реализация алгоритма в виде компьютерной программы позволяет автоматически собирать статистические данные о лицензионной торговле, а также повышает степень автоматизации при заключении лицензионных договоров, расширяя при этом круг потенциальных лицензиатов. Кроме того, сервисы используются в учебном процессе.

Структура и объем работы. Работа состоит из введения, трех глав, заключения и списка литературы. Общий объем работы 143 страницы. Количество таблиц – 9, количество рисунков – 26.

Апробация результатов. Основные положения диссертационной работы были представлены на 53-й научной конференции МФТИ - Всероссийской молодежной научной конференции с международным участием «Современные проблемы фундаментальных и прикладных наук», состоявшейся в период с 24 по 29 ноября 2010 года в г. Москве, а также Международной научно-практической конференции «Охрана и защита прав интеллектуальной собственности на единой таможенной территории Таможенного союза», состоявшейся 15 марта 2011 года в г. Москве в Российской государственной академии интеллектуальной собственности.

На разработанную программу для поддержки лицензионных переговоров получено свидетельство о государственной регистрации программы для ЭВМ №2011617727 «Программа для расчета ставок роялти» от 5 октября 2011г.

II. СОДЕРЖАНИЕ РАБОТЫ

Краткое содержание работы. Диссертационное исследование проведено на основе трудов отечественных и зарубежных авторов (экономистов, математиков, оценщиков интеллектуальной собственности и специалистов по лицензионной торговле), в том числе: Г.Г. Азгальдова, А.П. Афанасьева, В.А. Булавского, О.Н. Бондаревой, Э.Я. Волынца-Руссета, В.Ф. Демьянова, Л.В. Канторовича, Н.Н. Карповой, В.Н. Лившица, А.Н. Козырева, В.Л. Макарова, В.И. Мухопода, А.А. Первозванского, А.М. Рубинова, P. Aghion, R. L. Autrey, H. Ehtamo, O. Morgenstern, J. Von Neuman, A. Rubinstein, R. Sansing, J Tirole и других.

Глава 1 «Возможные подходы к определению ставки роялти» посвящена постановке задачи и обзору возможных подходов к ее решению. Здесь же дан обзор литературы по теме. В первом параграфе рассматривается лицензионный договор как основной инструмент передачи технологий, его особенности и схема платежей. Отмечено, что исследования эмпирического характера включают как академические исследования, выполненные вузовскими преподавателями и научными работниками, так и отнюдь не менее глубокие практические или научно-практические пособия, написанные специалистами практиками на основе имеющегося у них реального опыта заключения лицензионных договоров. В частности, этот опыт представлен в публикациях отечественных авторов: Волынец-Руссет

Э.Я., Евдокимова В.Н., Золотых Н.И., Козырев А.Н. и Макаров В.Л., а также Мухопад В.И. Из зарубежных источников особо стоит отметить переведенную на русский язык книгу Г. Штумпфа «Лицензионный договор», уникальную в части внимания к деталям. Также отметим работы статьи американских практиков Андонниан Дж. К., Аутрей Р.Л., Аксельрод И.Л., Маркус Б., Мойрер М. Дж., в которых обсуждаются некоторые важные детали, в том числе идеи оптимизации. В работах Смита Г.В. и Парра Р.Л. описаны эмпирические правила и приемы расчета ставок роялти, а также приведены их возможные обоснования. В качестве наиболее распространенного способа расчета роялти применяется правило 25%. Согласно указанному правилу, 25% от прибыли до вычета налогов и процентов по займам составляет доля лицензиара при распределении выгод от лицензии. Соответственно, доля лицензиата – 75%. Одно из наиболее убедительных объяснений состоит в том, что примерно 25% от ЕВИТ (Earning before interests and tax) тратят на R&D (research and development) американские компании, живущие за счет собственных разработок. Иначе говоря, жить за счет покупки лицензий или за счет собственных разработок одинаково выгодно. Однако существуют и другие обоснования.

Теоретические исследования проблем, связанных с заключением лицензионных договоров, и практика развиваются во многом изолированно друг от друга, на что есть объективные причины, одна из которых – закрытость большей части практики от третьих лиц, включая представителей экономической науки. Практика заключения лицензионных договоров и, соответственно, выбора ставок роялти обобщается лицензионными обществами и специализированными фирмами, сопровождающими такие сделки, но такая информация составляет их коммерческую тайну и предоставляется только на платной основе. Таким образом, эмпирическая база для апробации теоретических построений в данной области, частично скрыта от исследователей, частично представлена относительно простой университетской моделью. Тем не менее, в научной и научно-практической литературе по данной теме присутствуют упоминания о более сложных моделях назначения ставок роялти, в том числе о понижающихся и повышающихся ставках роялти. В числе авторов данной литературы находится Вольтер-Руссет Э.Я.

Второй параграф целиком посвящен обзору математических моделей, имитирующих процесс переговоров, прежде всего, при заключении лицензионных договоров. Также в обзор включены модели переговорного процесса, сходство с которыми имеет место в части

используемого математического аппарата. Авторы привлекают различные методы поиска ставки роялти, оптимальной в том или ином смысле. Помимо оптимума по Парето и равновесия по Нэшу, также отыскивается ставка роялти, максимизирующая полезность одной из сторон – той, которая имеет силу в переговорах. Оптимальная ставка роялти определяется в различных модельных ситуациях – в условиях асимметричной информации, в условиях возможного неэтичного поведения, при лицензировании на вертикально интегрированных рынках и т.п. Также авторы сравнивают роялти с другими способами организации платежей.

В третьем параграфе рассматриваются подходы к компьютерному моделированию переговорного процесса, в том числе с применением агент-ориентированных моделей. Математический аппарат, дополненный высокопроизводительными вычислительными ресурсами, позволяет разрабатывать инструменты для поддержки лицензионных переговоров. Причём такие инструменты могут выступать в роли посредника, через которого осуществляется взаимодействие сторон, и в роли приложений, помогающих пользователю сформулировать наилучший ответ на предложение оппонента. В последнем случае стороны общаются друг с другом напрямую, без посредника, а программа работает на персональном компьютере каждого из участников переговоров, в то время как посредник может разместить своё приложение на удалённом сервере и предоставить через Интернет доступ к инструменту. Алгоритмы генерации наилучшего ответа базируются на использовании понятия веры в действия контрагента, на метрику в многомерном пространстве предмета договора, либо на компьютерных симуляциях подобных сделок.

Также существует и другой подход, более близкий к настоящей работе, который предполагает наличие посредника, собирающего информацию о предпочтениях агентов. Посредник при помощи аппарата опорных гиперплоскостей определяет множество более предпочтительных параметров сделки одновременно для обоих агентов. Далее по некоторому правилу из этого множества выбираются новые предложения агентам, и посредник наблюдает за реакцией сторон – согласятся они с новыми условиями или как-либо скорректируют их. Математический аппарат данного подхода достаточно проработан и позволяет создать посредника в виде компьютерной программы, которая автоматически проводит опрос пользователей и улучшает условия сделки для обеих сторон. Данный вопрос хорошо проработан Г. Эхтамо и Р.П. Хамалайненем, и даже предложена программа для

решения задачи оптимизации условий сделки, опирающаяся на идею автоматизированного посредника.

В главе 2 «Построение и анализ математических моделей» исследованы разные варианты модели переговоров при заключении лицензионного договора, разработанные лично автором диссертации и предлагаемые им для практического использования.

В параграфе 2.1. обоснована возможность представления лицензиата и лицензиара в виде задач математического, в том числе линейного программирования. При этом автор опирается не только на традицию теоретических исследований, но и на практику профессиональной оценки. Приведены условия, при которых рассматриваемая задача сводится к хорошо изученной задаче распределения ограниченных ресурсов. Здесь же построена модель лицензионного договора в виде игры двух лиц.

В параграфе 2.2. рассматривается вычислительный алгоритм, имитирующий переговоры между сторонами и взаимные уступки, обеспечивающие улучшение положения каждой из сторон.

В общем случае агенты представимы в виде задачи линейного программирования, которая в каноническом виде принимает форму:

$$\begin{cases} (c', x') \rightarrow \max \\ M'x' + E\xi = b(t') \end{cases}, \text{ где } M - \text{матрица действий агента } s, x' - \text{действия агента } s, b(t') -$$

предельные значения, зависящие от причитающегося агенту s набора долей t' из разности предельных ставок роялти $r_{\max} - r_{\min}$, (c', x') - линейная форма, отражающая полезность агента s , E - единичная матрица $n \times n$, ξ - набор дополнительных переменных, $s=le$ для лицензиата, $s=lr$ для лицензиара. Двойственная к ней задача имеет вид

$$\begin{cases} (y', b(t')) \rightarrow \min \\ [M' \quad E] y' \geq \begin{bmatrix} c' \\ \dot{c} \end{bmatrix} \end{cases}, \text{ где } y' - \text{двойственная переменная, } \dot{c} - \text{нулевой } n\text{-мерный вектор,}$$

а штрих обозначает операцию транспонирования. Согласно схеме Козырева А.Н., для поиска оптимума по Парето, необходимо:

- (1) для каждого агента вычислить такое решение двойственной задачи \bar{y}' , что оно является наименее удалённым от луча с направляющим вектором $l = \bar{y}^{lr} + \bar{y}^{le}$ в смысле евклидовой метрики;

- (2) проверить базисное множество – исключаются строки матрицы $\begin{bmatrix} M' & E \end{bmatrix}$, соответствующие неактивным ограничениям двойственной задачи, и включаются строки, соответствующие активным ограничениям двойственной задачи. Если a'_j - j-тый столбец матрицы $\begin{bmatrix} M' & E \end{bmatrix}$, а c'_j - j-тый элемент вектора $\begin{bmatrix} c' \\ \dot{c} \end{bmatrix}$, то a'_j входит в базис, когда $(a'_j, y') = c'_j$;
- (3) для агента $s=\{le, lr\}$ вычислить матрицу B^s , обратную к базисной матрице, составленной из базисных столбцов a'_j ;
- (4) вычислить вектор $e^s = \bar{y}^s - \frac{(\bar{y}^s, I)}{(I, I)} I$ для каждого $s=\{le, lr\}$;
- (5) вычислить все числа $\lambda^s \mid B^s b^s(t^s + \lambda^s e^s) \geq 0, s=\{le, lr\}$;
- (6) вычислить новые доли $\bar{t}^s = t^s + \min(\lambda^s) e^s, s=\{le, lr\}$;
- (7) при новых долях повторить шаги (1)-(6).

Если при этом $b^s(t^s)$ являются монотонной в том смысле, что если из условия $(y, \bar{t}^s) \leq (y, t^s), y > 0$, следует $(y, b^s(\bar{t}^s)) \leq (y, b^s(t^s)), y > 0$, то набор $(\bar{y}^s / \sum_{i=1}^n \bar{y}_i^s, \bar{t}^s)$ является равновесием в смысле Розенмюллера: точка (p, t) , где $\sum_{i=1}^n p_i = 1$, называется равновесием, если $(p, t) \leq (p, a)$ и $z(t) = \max_{(p, t) \leq (p, a)} z(t)$, где a – начальное распределение долей.

Существование равновесия следует из монотонности предпочтений, описываемых функцией $z(t^s) = (c^s, x^s)$, где x^s - решение задачи при данном значении параметра t^s .

Таким образом, перейдя от ставок роялти к долям характерного интервала ставок, можно использовать рассуждения А.Н. Козырева, выполненные им при решении задачи о распределении ресурсов, для доказательства сходимости алгоритма к оптимальному по Парето набору долей, а следовательно, и ставок роялти.

Также возможно использование упрощённой схемы, которая в качестве двойственных оценок агентов использует градиенты ожидаемой чистой приведённой стоимости, NPV проектов.

При рассмотрении негладких задач оптимизации субдифференциал целевой функции можно аппроксимировать субградиентами ограничений прямой задачи. Рассмотрим задачу агента s :

$$\begin{cases} U^*(x^*) \rightarrow \max \\ g_i^*(x^*) \leq b_i(i^*), i = \overline{1, n}, \end{cases} \text{ где } U^*(x) - \text{вогнутая функция, } g_i^*(x) - \text{выпуклые функции.}$$

Известно, что \hat{x}^* - решение задачи тогда и только тогда, когда $\exists p^* \in \partial U^*(\hat{x}^*), \exists p_i^* \in \partial g_i^*(\hat{x}^*), \exists y_i^* \geq 0, i = \overline{1, n}$, такие, что $0 = p^* + \sum_{i=1}^n y_i^* p_i^*$ и $y_i^*[g_i^*(\hat{x}^*) - b_i(i^*)] = 0, i = \overline{1, n}$, $s = \{lr, le\}$ - индексы обозначают переменные лицензиара и лицензиата, соответственно. Причём числа $y_i^*, i = \overline{1, n}$ являются решением двойственной задачи агента. В формулах символ $\partial \circ$ обозначает субдифференциал функции. Мы полагаем, что функции $b_i(i^*), i = \overline{1, n}$, не зависят от переменной оптимизации и тогда $\partial[g_i^*(x^*) - b_i(i^*)] = \partial g_i^*(x^*), i = \overline{1, n}$.

Таким образом, можно не спрашивать стороны переговоров об оптимизационных задачах, на основе которых агенты принимают решения, а спросить о субградиентах ограничений. Причём спрашивать нужно обо всех активных ограничениях, то есть таких, что $g_i^*(\hat{x}^*) - b_i(i^*) = 0$ при данном распределении долей агентов (i^*, i^*) , поскольку только они и входят в линейную комбинацию $0 = p^* + \sum_{i=1}^n y_i^* p_i^*$. Если выбрать $cone^*$ выпуклую коническую оболочку субградиентов активных ограничений, то она обязательно содержит вектор $-p^*, p^* \in \partial U^*(\hat{x}^*)$. Поэтому в каждой точке переговоров с набором (i^*, i^*) , которому отвечает, вообще говоря, не единственная точка $\hat{x}^*, s = \{lr, le\}$, субдифференциал целевой функции аппроксимируется конусом, обратным к выпуклой конической оболочке субградиентов активных ограничений - те, которые сам агент и назовёт, поскольку остальные, неактивные, пока остаются ненаблюдаемыми ему самому. В такой постановке, как показано в диссертационной работе, также имеет место рост полезности на каждом шаге итерационного процесса и сходимость алгоритма.

В диссертационной работе рассмотрены частные случаи, когда можно гарантировать сходимость процесса к оптимальному по Парето состоянию. Одному из таких частных

случаев посвящен параграф 2.3. В параграфе доказывается утверждение, что если функции полезностей агентов имеют вид $U^s(i^s) = \min_{p_i^s} (p_i^s, i^s) = (\hat{p}^s(k), i^s)$, $s = \{le, lr\}$, то итерационный процесс

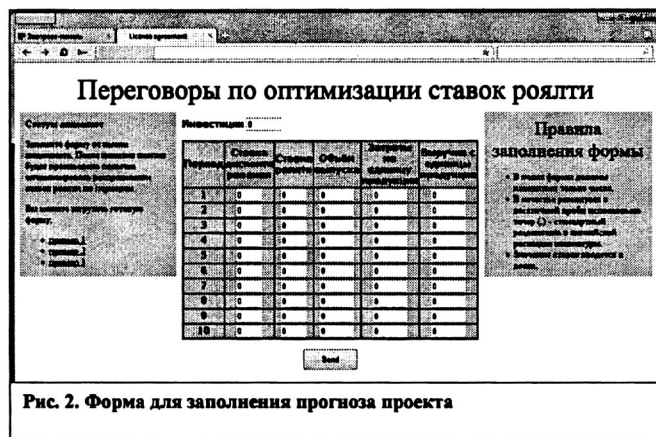
$$\begin{aligned} i^s(k) &= i^s(k+1) + e^s(k)h, \text{ где} \\ e^s(k) &= \hat{p}^s(k) - \frac{(\hat{p}^s(k), l(k))}{(l(k), l(k))} l(k), \quad s = \{le, lr\}, \\ l(k) &= \hat{p}^k(k) + \hat{p}^k(k), \\ h &\text{ - порог чувствительности,} \end{aligned}$$

приводит к росту полезности и сужению множества альтернатив.

В главе 3 «Практическая реализация» представлены три разные реализации предлагаемого автором алгоритма переговоров. В параграфе 3.1. описана сетевая реализация алгоритма в виде сервиса для двух реальных участников. Реализующая алгоритм программа написана на языке C++ и работает на сервере, доступ к которому обеспечивается через Интернет с использованием пароля. Все операции по обработке сообщений от агентов и выполнение процедуры оптимизации выполняются на сервере, а сторонам переговоров не требуется устанавливать специальное программное обеспечение – им необходимы лишь web-браузеры и доступ в Интернет. Коммуникации осуществляются через заполнение и пересылку специальных форм, генерируемых сервером. Для пользователя работа с программой выглядит как обычная интернет-страница. Чтобы приступить к работе, агенту необходимо набрать имя сервера в адресной строке браузера. На стартовой странице предлагается выбрать роль в переговорах – лицензиат или лицензиар.



В зависимости от выбора пользователем предлагается форма, где необходимо указать ожидаемые результаты реализации проекта.



После заполнения формы и отправки данных на сервер, в браузере отображается страница – заставка с просьбой подождать. В это время сервер создаёт текстовый файл, куда записываются данные, и ожидается ответ оппонента. Если ответ так и не поступает в течение

минуты, пользователь получает сообщение о невозможности связаться с оппонентом. Время таймера можно выбрать, каким угодно, но не слишком большим. Как только поступают данные от оппонента, они также записываются в текстовый файл, но уже в другой. Важно отметить, что на самом деле на сервере выполняются сразу две программы, обслуживающие одну пару агентов. Это сделано для того, чтобы «помнить», какому агенту показывать результат. Обращаясь к серверу, агент запускает CGI-приложение, которое впоследствии не только принимает данные, записывает их в специальный файл и выполняет шаги алгоритма, но и отображает в браузере пользователя динамические веб-страницы. Данные страницы содержат результаты процедуры оптимизации, а также сообщения сервера. Динамическая веб-страница характеризуется тем, что она генерируется программно, а не хранится на сервере в виде HTML-файла. Таким образом, помимо стартовой страницы, на сервере хранятся два исполняемых файла – CGI-приложения, один из которых обслуживает взаимодействие с лицензиатом, а другой – с лицензиаром.

После того, как оба агента передали свои данные на сервер, созданы файлы, содержащие сообщения от лицензиата и лицензиара, каждое CGI-приложение читает данные из файла контрагента. На данном этапе каждое приложение имеет доступ для обработки показателей обоих прогнозов. Однако самим агентам показатели проектов не доступны – каждый знает лишь то, что он отправил на сервер, но никак не информацию об оппоненте. Обработывая данные, прежде чем перейти к оптимизации, каждое приложение сравнивает значения ставок роялти, полученные от агентов. Для оптимизации важно знать текущее состояние переговоров, и поэтому, если значения не совпадают, формы возвращаются агентам на проверку.

Равноудалённый луч вычисляется как покоординатная сумма градиентов лицензиара и лицензиата. Вектор обмена (перехода в новое состояние) вычисляется как компонента градиента лицензиара, перпендикулярная равноудалённому лучу. Независимо, для какого из агентов вычисляется вектор обмена – новое состояние переговоров в виде набора ставок роялти будет одинаковым для обеих сторон. Поэтому вычисления ограничиваются обменом лицензиара с целью экономии аппаратных ресурсов. Сам по себе вектор обмена не определяет новое состояние, а задаёт лишь направление движения к нему. Для вычисления состояния требуется масштабировать обмен, то есть умножить на коэффициент,

соответствующий выходу на границу допустимой области. Коэффициенты определяются для каждой из возможных границ.

После завершения необходимых подготовительных операция , приложение отображает пользователю страницу с результатами оптимизации. Страница содержит таблицу с данными пользователя и новыми ставками роялти, а также диаграмму, построенную Fusion Charts, построенную при помощи записанных ранее команд.



Помимо результатов, на странице содержатся скрытые от пользователя поля, которые содержат данные для следующих шагов переговоров. В принципе, пользователь может продолжить переговоры и выполнить очередной шаг оптимизации, нажав на специальную кнопку, расположенную на этой же странице. Тогда на сервер вновь отправляются данные, в том числе и содержание скрытых полей. В скрытых полях содержатся компоненты луча и градиента. Но по одной компоненте луча и градиента уже обнулены – они не будут учитываться при работе приложения, так что обмен будет продолжаться до достижения ограничения очередной координаты. Необходимо заметить, что после отображения пользователю веб-страницы с результатами, приложение удаляет все созданные им файлы. Это не только защищает сервер от исчерпания физической памяти, но и затрудняет злоумышленникам перехват прогнозируемых показателей лицензионной сделки.

В параграфе 3.2. описан похожий процесс с той разницей, что здесь роль одного из участников переговоров исполняет робот. Эта программа используется для обучения студентов, но может быть использована и для обучения профессиональных переговорщиков в качестве тренажера.

Интеллектуальный робот реализован в виде задачи линейного программирования – ставится цель оптимизировать доступные денежные потоки при текущих значениях ставки роялти. Решение данной задачи определяет более предпочтительные условия сделки, с одной стороны, и ограничения робота, с другой.

Использование робота в таком виде позволяет реализовать описанный алгоритм оптимизации средствами MS Excel. Однако это выявляет ряд вычислительных трудностей, связанных с ошибками округления, выбором масштаба обмена и неоднозначностью определения базиса на каждом шаге итерационного процесса. В работе указано, как преодолеть возникающие препятствия и добиться работы алгоритма. В частности, при переходе к следующей точке переговоров необходимо делать шаг на большую величину, чем указывает масштаб алгоритма. Это приводит к тому, что точка располагается более не на грани допустимой области, а в вершине нового базиса, который далее и следует использовать в итерационном процессе.

Наконец, в параграфе 3.3. описана программа, реализованная на Excel и предназначенная для исследовательских целей. Программа имитирует действия сторон в переговорах о заключении лицензионного договора. В нее можно вносить усложняющие элементы и добиваться более реалистичного поведения участников. Тем самым в принципе можно выявить факторы, реально влияющие на поведение участников и на результат сделки, но не проговариваемые явно или, как минимум, не артикулируемые.

Например, моделирование переговоров с использованием разработанного инструментария показывает, что сторона, которой доступны более доходные инвестиции, но вместе с тем и более дорогие кредиты, заинтересована в увеличении своей доли выручки проекта в первые годы действия соглашения с последующим уменьшением в заключительные периоды. Если процент по краткосрочным инвестициям для лицензиата выше, то его кредитование связано с большим риском, и поэтому выдается под более высокий процент, качественно картина выглядит, как на Рис. 4. Изменение ставок роялти в сделке за два шага алгоритма, когда лицензиату доступны более доходные инструменты. Более низкие роялти используются им как альтернатива заёмным деньгам, однако он согласен на более высокие ставки в конце, рассчитывая компенсировать снижение доли выручки инвестициями в доступные ему рыночные инструменты.

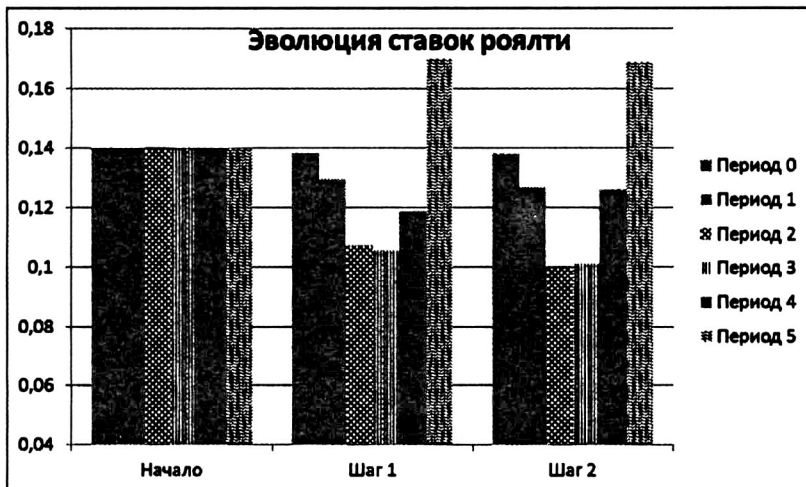


Рис. 4. Изменение ставок роялти в сделке за два шага алгоритма, когда лицензиату доступны более доходные инструменты.

Изменение состава финансового портфеля лицензиата прослеживается по шагам работы алгоритма. Если при равномерных ставках роялти, которые используются в качестве отправной точки переговоров, лицензиат только занимает деньги, оптимизируя личное потребление, то в ходе переговоров кредиты в последние периоды заменяются на инвестиции. Можно полагать, что лицензиат в процессе переговоров стремится минимизировать риски, связанные с привлечением заёмных денег, для чего часть неопределённости будущих денежных потоков перекладывает на лицензиара. Для того, чтобы заинтересовать противоположную сторону, лицензиат вынужден предложить взамен высокие ставки роялти в последние годы.

Если краткосрочные инструменты поменять местами, то есть лицензиару доступны более доходные инвестиции и более дорогой кредит, распределение роялти меняется на противоположное - их стоит повысить, резко уменьшив в последние годы действия соглашения.

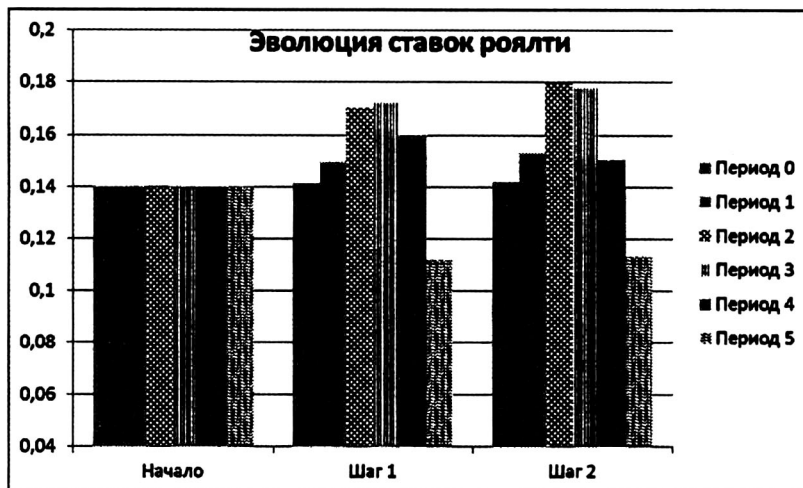


Рис. 5. Изменение ставок роялти за два шага алгоритма, когда лицензиару доступны более доходные инструменты.

III. ОСНОВНЫЕ ВЫВОДЫ И РЕЗУЛЬТАТЫ РАБОТЫ

В результате проведенного исследования, можно сделать следующие выводы:

1. Применяемая на практике схема лицензионного договора может быть оптимизирована путем взаимных уступок сторон по снижению ставок роялти в одни периоды и повышению их в другие периоды. Тем самым может быть получена большая удовлетворенность каждой из сторон условиями договора.
2. Стороны в лицензионном договоре могут быть корректно представлены в виде экстремальных задач, в том числе в виде задач линейного программирования, если обе стороны – фирмы. Такое представление хорошо укладывается в парадигму функционального подхода к оценке бизнеса, практикуемого в Германии.
3. Задача оптимизации ставок роялти может быть сведена к известной задаче распределения ограниченных ресурсов при условии, что изменение ставок роялти ограничены диапазоном стандартных отраслевых ставок. В этом случае может быть

построен алгоритм, имитирующий взаимные уступки и обеспечивающий сходимость к оптимальному по Парето состоянию в конечное число шагов.

4. В общем случае, когда изменения ставок роялти априори не ограничены, можно моделировать ситуацию как игру двух лиц. Однако игра получается сложной и не поддается аналитическому исследованию.
5. Компьютерное моделирование процесса приводит к ожидаемым в целом результатам, т.е. при упрощенных представлениях сторон в виде экстремальных задач процесс сходится очень быстро, причем сразу достигаются крайние решения. Это не соответствует реальной практике, в которой стороны уходят от крайних решений, стараясь не уходить от принятых эмпирических правил и распределять риски.

IV. СПИСОК ПУБЛИКАЦИЙ ПО ТЕМЕ ДИССЕРТАЦИИ

Статьи в рецензируемых изданиях, рекомендованных ВАК:

1. Козырев А.Н., Неволин И.В. Моделирование лицензионных переговоров с достижением оптимальной ставки роялти // Вестник ГУУ. – 2010. – №2. – С.50-53.
2. Ноакк Н.В., Неволин И.В. Барьеры понимания экономических моделей при принятии решений// Национальные интересы: приоритеты и безопасность. – 2012 - №14(155). – С. 47-54.

Публикации в прочих изданиях:

3. Неволин И.В. Алгоритм инструмента оптимизации ставки роялти для поддержки лицензионных переговоров.// Труды 53-й научной конференции МФТИ «Современные проблемы фундаментальных и прикладных наук». Часть IX. Инновации и высокие технологии. – М.: МФТИ, 2010. – С.40-41.
4. Неволин И.В. Оптимизация ставок роялти в лицензионных договорах на основе математических методов и сетевых технологий.// Сборник статей Международной научно-практической конференции «Охрана и защита прав интеллектуальной собственности на единой таможенной территории Таможенного союза», Москва: Секретариат комиссии Таможенного союза, 2011. – С.85-88.
5. Свидетельство о государственной регистрации программы для ЭВМ №2011617727 от 5 октября 2011г.

Несоловьев Иван Викторович

**ОПТИМИЗАЦИЯ СТАВОК РОЯЛТИ В ЛИЦЕНЗИОННЫХ ДОГОВОРАХ
НА ОСНОВЕ РАСПРЕДЕЛЕННЫХ ВЫЧИСЛЕНИЙ И
СЕТЕВЫХ ТЕХНОЛОГИЙ**

Специальность: 08.00.13 –

«Математические и инструментальные методы экономики»

АВТОРЕФЕРАТ

диссертации на соискание учёной степени

кандидата экономических наук

Заказ № 47

Объем 1,2 п.л.

Тираж 100 экз.

ЦЭМИ РАН

